

DEVELOPPEMENT DE NOUVEAUX AGENTS

DEGIVRANTS/ANTI-GEL DU GROUPE DES CHLORURES

Hiroshi Suga et Takeo Suzuki

Section technique, Service de fabrication de carbonate anhydre &
de produits inorganiques

Tokuyama Corp.

1-1, Mikage-cho, Tokuyama, Yamaguchi, 745-8648; Japon

Tél : +81-834-22-2917/Fax : +81-834-31-0703

e-mail : h-suga@tokuyama.co.jp

1 Résumé

La plupart des agents dégivrants/anti-gel utilisés actuellement appartiennent au groupe des chlorures (dihydrate de chlorure de calcium, chlorure de sodium, hexahydrate de chlorure de magnésium). Cela est dû au fait que le groupe des chlorures affiche une haute capacité de fonte de la neige/glace et un faible prix. Ces dernières années cependant, l'on parle de l'influence des agents dégivrants/anti-gel sur l'environnement. Quand les agents ci-dessus sont répandus sur la rue, ils engendrent des problèmes comme la corrosion des métaux, par exemple sur les voitures et les glissières de sécurité, ainsi que d'autres problèmes comme la dégradation du béton. De plus, il est demandé de réduire la quantité d'agents dégivrants/anti-gel répandus afin de protéger l'environnement.

A la suite d'une étude effectuée par notre société pour résoudre ces problèmes, nous avons pu prouver l'efficacité des méthodes suivantes.

- (1) En mélangeant un peu de composés amino-acides aux agents dégivrants/anti-gel appartenant au groupe des chlorures, il a été possible de réduire la corrosion des métaux et la dégradation du béton d'environ 15% et 70% respectivement. Si l'on y ajoute certains types de terre en grains, il a été possible de réduire la corrosion métallique jusqu'à 80%.
- (2) L'examen en laboratoire a prouvé que le mélange de deux types d'agents du groupe des chlorures a permis d'améliorer la capacité de fonte de la neige/glace. Ceci a pour conséquence que la quantité totale des agents mixés répandus pourrait être inférieure à la quantité de chaque agent répandu.

2 Introduction

Les agents de dégivrage ou antigel ("les agents") sont aspergés en vue de prévenir les accidents de la circulation éventuels sur surface de chaussée gelée. Les agents du groupe chlorure (chlorure de calcium dihydrate, chlorure de sodium, chlorure de magnésium hexahydrate) ont une forte capacité à dégeler ou à faire fondre le verglas et leur coût est faible. Le chlorure de calcium dihydrate ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) a un point de congélation de -55°C seulement et une réaction exothermique de -285 J/g . L'apparition de l'effet de dégel est donc rapide (effet instantané). En revanche, le point de congélation du chlorure de sodium (NaCl) est de -21°C , ce qui est comparativement élevé, sa réaction endothermique est de $+87 \text{ J/g}$. Toutefois, si l'effet est lent à apparaître, il est durable (effet durable). Quant au chlorure de magnésium ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), son point de congélation est de -33°C et sa réaction exothermique est de -61

J/g. Son effet est donc moyen, se situant entre le $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et le NaCl . Les agents appartenant au groupe des chlorures se révèlent efficaces pour empêcher la surface de la chaussée de geler en hiver. Toutefois, leur influence sur l'environnement, notamment la corrosion des métaux, la dégradation du béton, l'inhibition de la croissance des plantes et la dégradation de la qualité de l'eau, entre autres, pose problème¹⁾²⁾.

Pour tenter de résoudre ces problèmes, Tokuyama Corporation a entrepris des opérations de recherche et de développement dans deux directions. La première a examiné l'effet d'un additif visant à réduire l'influence sur l'environnement des agents eux-mêmes. Ainsi, on a découvert que, pour empêcher la dégradation du béton, le glycolle est efficace³⁾. La 2e méthode, le système de surveillance de la surface de la route en hiver⁴⁾, a été développée à partir de l'idée qu'il est possible de réduire la quantité d'agents utilisée en gérant le dégagement de la chaussée, puis en clarifiant la quantité d'agents pulvérisée sur la surface de la chaussée en hiver. Dans le présent article, la première méthode recouvre deux points. (1) Concernant la corrosion des métaux due à l'aspersion des agents, des expériences en laboratoire ont permis d'observer leur effet anticorrosion. Cet effet anticorrosion a également été étudié par des essais concrets d'aspersion de la chaussée. (2) L'effet de dégivrage des agents mixtes $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}/\text{NaCl}$ a fait l'objet de recherches et la possibilité de réduire la quantité aspergée a été examinée.

3 Effet des agents anticorrosion

3-1 Recherche de l'effet anticorrosion

3-1-1 Méthode d'investigation en laboratoire

Les solutions aqueuses de 3 % en masse de CaCl_2 (NaCl) qui étaient mélangées avec des quantités prédéterminées d'additifs anticorrosion ont été modifiées. Ces solutions ont été faites à $25 \pm 1^\circ\text{C}$ et le pH a été mesuré. La masse des éprouvettes (SS400, 60 x 40 x 2,5 mm) a été mesurée après dégraissage dans de l'alcool isopropylique (IPA). Ces éprouvettes ont ensuite été plongées dans chacune des solutions aqueuses. Au bout de sept jours, la rouille adhérent aux éprouvettes a été retirée à l'aide de papier de verre et les éprouvettes ont été pesées.

Concernant l'évaluation de l'anticorrosion, le degré de corrosion (MDD) et le rapport anticorrosion ont été déterminés à l'aide de la formule suivante :

$$\text{MDD} = \frac{\text{Perte de masse de l'éprouvette (en mg)}}{\text{Surface de l'éprouvette (dm}^2\text{) Temps écoulé (en jours)}}$$

$$\text{Rapport anticorrosion (\%)} = (A-B) / A \times 100$$

A : MDD (CaCl_2)

B : MDD (CaCl_2 et Anticorroion)

3-1-2 Résultat des expériences

Quant à la fonction anticorrosion des agents, il est important également qu'elle n'ait pas d'effet négatif sur l'environnement (faune et flore). C'est pourquoi l'effet anticorrosion des substances ci-dessous a été étudié.

① Groupe des phosphates, groupe des silicates : il s'agit d'un inhibiteur notoire, utilisé

notamment sur les tuyauteries en fer.

- ② Acide phytique : il est utilisé comme agent d'inactivation des ions métalliques.
- ③ Son de riz : matière première de l'acide phytique.
- ④ Autres substances naturelles : tourteau de soja, rice less et huile de colza.

(1) Effet anticorrosion d'un groupe de phosphates et d'un groupe de silicates

Le degré de corrosion d'éprouvettes pour des solutions de CaCl_2 et de NaCl était de 16,3 MDD et de 19,0 MDD respectivement (Tableau 1, 1' et 2'). Il est apparu que la vitesse de corrosion du NaCl est légèrement supérieure à celle du CaCl_2 .

L'effet anticorrosion des groupes phosphates et des groupes silicates est indiqué dans le tableau 1. Concernant les groupes phosphates, les phosphates autres que le tripolyphosphate de sodium ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) ont révélé un effet anticorrosion (No. 1-6). Dans les groupes phosphates, ceux montrant un taux d'anticorrosion supérieur à 50 % étaient le sodium de phosphate dihydrogéné ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, No. 1), le disodium de phosphate hydrogéné ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, No. 2) et l'hexamétaphosphate de sodium (No. 4). Si l'on ajoute du phosphate à la solution de CaCl_2 , le pH devient acide (4,6 à 6). De plus, l'ajout du phosphate à la solution de CaCl_2 déclenche un précipité blanc. Bien que du phosphate de calcium se soit formé, un effet anticorrosion a également été constaté à l'état hétérogène. Ensuite, le rapport entre la quantité supplémentaire de phosphate et le degré d'anticorrosion a été étudié (Fig. 1). Sur la figure 1, l'ajout de 1 % en masse de $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ est considéré comme le pourcentage optimal ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 69 %, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$: 67 %). Dans le cas de l'hexamétaphosphate, même si 1 à 5 % en masse de l'ajout a révélé un taux d'anticorrosion de l'ordre de 80 % et si la quantité supplémentaire a augmenté, l'effet n'a pas diminué.

Quant aux silicates de sodium ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$)⁵⁾, l'effet anticorrosion n'a pas été obtenu en ajoutant la même petite quantité que le phosphate. Toutefois, avec une multiplication par 5 à 10 de l'ajout, l'effet anticorrosion du $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3.2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Be}'=41$ 15°C), du $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ (cristallinité SKS-6 ; fabriqué par Clariant Tokuyama Ltd.) et du $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (SKS-6 amorphe/ H_2O ; fabriqué par Clariant Tokuyama Ltd.) a été obtenu indépendamment du type de silicate de sodium utilisé (No. 7-11). Lorsque l'influence du rapport moléculaire (n) de $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ a été examiné (No. 8, 10), l'effet anticorrosion du $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ (taux d'anticorrosion = 56 %) était environ double de celui du $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3.2\text{SiO}_2$ (taux d'anticorrosion =

Tableau 1 Effet anticorrosion d'un groupe phosphate et d'un groupe silicate

No.	Les agents ¹⁾ (3wt%)	Anticorrosion	Quantité ajoutée ³⁾ (% en masse)	pH	MDD (mg/dm ² jours)	taux d'anticorrosion (%)
1'	A	-	-	9.39	16.3	-
2'	B	-	-	7.84	19.0	-
1	A	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1	4.69	5.1	69
2	A	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	1	5.78	5.4	67
3	A	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	1	10.34	15.0	8
4	A	Sodium polyphosphate	1	5.96	3.1	81
5	A	Sodium hexamétaphosphate	1	9.42	15.2	7
6	A	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	1	9.63	17.1	-5
7	A	$n=3.2$ ²⁾	1	9.45	16.0	2
8	A	$n=3.2$	5	9.69	11.7	28
9	A	$n=3.2$	10	9.64	10.4	36
10	A	$n=2$ (cristallinité)	5	11.08	7.2	56
11	A	$n=2$ (amorphe)	5	11.01	6.7	59

1) A: CaCl_2 , B: NaCl 2) $\text{Na}_2\text{O}/n\text{SiO}_2$ 3) (Anticorrosive/Les agents) X 100

28 %). Cela s'explique par le fait que les silicates de sodium de $n = 2$ sont fortement alcalins (pH = 11). Nous avons ensuite étudié la différence entre la cristallinité et la nature amorphe (No. 10, 11). Il n'existe aucune différence de taux d'anticorrosion, celui étant d'environ 60 % pour les deux. Ces silicates de sodium ont réagi avec le chlorure de calcium comme le phosphate déjà décrit et ont donné des précipités blancs. Le rapport entre l'ajout de silicate de sodium et le taux d'anticorrosion est indiqué sur la figure 2. L'ajout optimal pour les silicates de sodium était égal à celui du phosphate. Lorsque le silicate de sodium était de $n = 2$, un ajout de 5 % en masse était efficace. Dans le cas du $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3.2\text{SiO}_2$, un ajout de 10 % s'est révélé efficace.

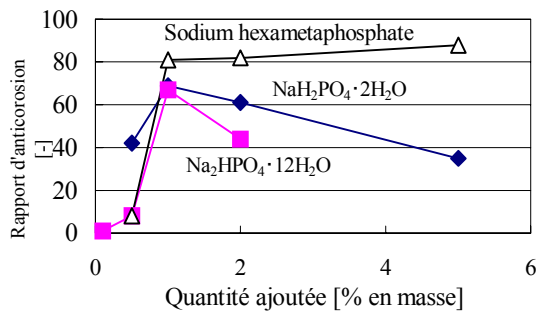


Fig. 1 Rapport entre la quantité de phosphate ajoutée et le taux d'anticorrosion

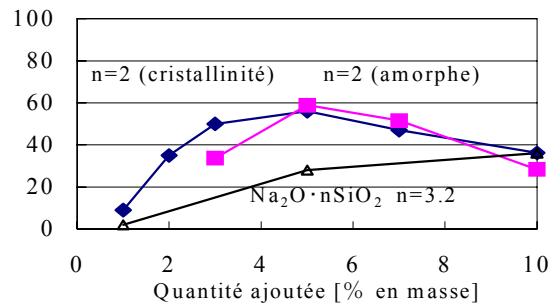


Fig. 2 Rapport entre la quantité de silicates ajoutée et le taux d'anticorrosion

(2) Effet anticorrosion de l'acide phytique et des produits naturels

L'effet anticorrosion de l'acide phytique utilisé comme agent d'inactivation des ions métalliques est indiqué dans le tableau 2. Ce n'est qu'après quelques ajouts (0,4 à 1 % en masse) d'acide phytique qu'environ 50 % de l'effet anticorrosion ont été constatés (No. 1, 2). En cas de nombreux ajouts d'acide phytique peu de temps après avoir placé l'éprouvette dans la solution, le petite cloque est apparue sur l'éprouvette. Autrement dit, cela a activé la corrosion (No. 3). Le pH de la solution aqueuse est fortement acide et on a constaté que cela modifie l'acidité à mesure que l'on augmente l'ajout (0,4 % en masse → 5 % en masse) d'acide phytique (pH=2,9 → 1,68). Partant de là, nous avons étudié l'effet anticorrosion de l'acide phytique avec du son de riz brut⁶⁾ (No.4-6). C'est pour un ajout de son de riz de 5 % en masse que l'effet anticorrosion le plus élevé a été obtenu, soit 84 %, et le son de riz est apparu supérieur à l'acide phytique. Le pH de la solution aqueuse était faiblement acide (5,58). Sur la

Tableau 2 Effet anticorrosion de l'acide phytique et des produits naturels

No.	Les agents ¹⁾ (3wt%)	Anticorrosion	Quantité ajoutée (% en masse)	pH	MDD (mg/dm ² jours)	taox d'anticorrosion (%)
1	A	l'acide phytique ²⁾	0.4	2.9	7.7	52.9
2	A	l'acide phytique	1	2.45	7.9	51.6
3	A	l'acide phytique	5	1.68	19.5	-19.6
4	A	son de riz	1	8.36	11.5	29
5	A	son de riz	5	5.58	2.6	84
6	A	son de riz	10	4.87	5.1	69
7	B	son de riz	5	6.81	4.6	72
8	A	tourteau de soja	10	9.2	13.4	18
9	A	rice less	10	6.59	15.2	6
10	A	l'huile de colza	10	7.84	6.6	60

1) A: CaCl_2 , B: NaCl 2) l'acide phytique: 50% aq.

base de ce résultat, on peut considérer que le son de riz n'est pas composé uniquement d'acide phytique. De plus, lorsqu'il était ajouté à une solution de NaCl (No. 7), le taux d'anticorrosion obtenu était de 72 %. Après étude de l'effet anticorrosion (No. 8-10) du tourteau de soja, du rice less, de l'huile de colza ainsi que d'autres produits naturels, la conclusion est que rien n'est supérieur au son de riz.

3-2 Etude concrète de l'aspersion des routes

3-2-1 Méthode d'examen

A partir des résultats de laboratoire, en prenant en considération les répercussions sur l'environnement, l'effet anticorrosion et le coût, entre autres, nous avons estimé que le son de riz était le meilleur produit anticorrosif. Ensuite, nous avons "ajusté" les agents (Photo 1) avec du son de riz moisi (2-3 mm). L'étude concrète d'aspersion des routes a été menée dans deux régions : celle de Gujo, Préfecture de Gifu, et celle de Toyama City, Préfecture de Toyama. Des éprouvettes ont été installées dans la partie aspergée de chaque agent. L'effet des agents aspergés a ensuite été étudié en observant les conditions suivantes. L'évaluation d'une quantité de corrosion a été effectuée par la même méthode que celle décrite en 3-1-1.

Conditions :

① Agents utilisés

Préfecture de Gifu : $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ / Son de riz = 95/5 (% en masse)

Préfecture de Toyama : $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ / NaCl / Son de riz = 47,5/47,5/5 (% en masse)

② Epreuves

3 sortes : SS400, acier zingué et acier peint (peinture époxy).

③ Lieux d'installation (trois lieux)

- La partie qui asperge les agents anticorrosifs.
- La partie qui asperge le $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ou le NaCl (Réf.).
- La partie qui n'asperge pas les agents.

* Installer chacune des éprouvettes N= 6-10.

④ Méthode d'installation

L'éprouvette est fixée à une glissière de sécurité à l'aide d'un fil (Photo 2).

⑤ Méthode d'aspersion

Préfecture de Gifu : Du 13 janvier au 9 février 2001

Préfecture de Toyama : Du 6 février au 4 avril 2001

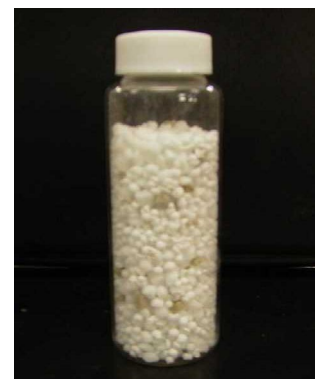


Photo 1. Agents avec son de riz moisi

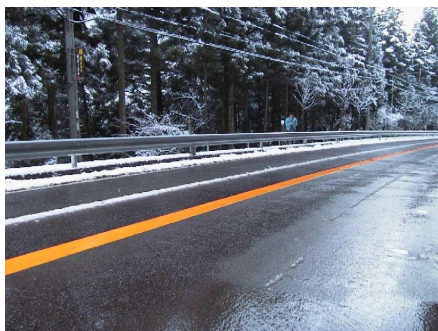


Photo 2. Lieux d'installation des éprouvettes

3-2-2 Résultat de l'étude concrète de l'aspersion des routes

Les résultats de l'étude concrète de l'aspersion des routes sont donnés dans le tableau 3, Figures 3 et 4.

Aucune corrosion des éprouvettes zinguées n'a été constatée lors de l'étude de l'aspersion dans la préfecture de Gifu. Quant aux éprouvettes avec peinture époxy, de la corrosion a été observée uniquement sur la partie fissurée (photo 3). Concernant l'acier SS400, la corrosion était de 1,2 MDD (au bout de 13 jours) et de 1,7 MDD (au bout de 28 jours) dans la zone non aspergée par des agents. Et dans la zone aspergée de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, on a constaté que la corrosion avait été stimulée sous l'influence du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (52 MDD au bout de 13 jours et 40 MDD au bout de 28 jours). En revanche, dans la zone aspergée avec des agents contenant du son de riz, le degré de corrosion (MDD) était de 34 au bout de 13 jours et de 25 au bout de 28 jours, et a été inférieur au degré constaté dans la zone aspergée de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Le taux d'anticorrosion a été finalement de l'ordre de 40 %.

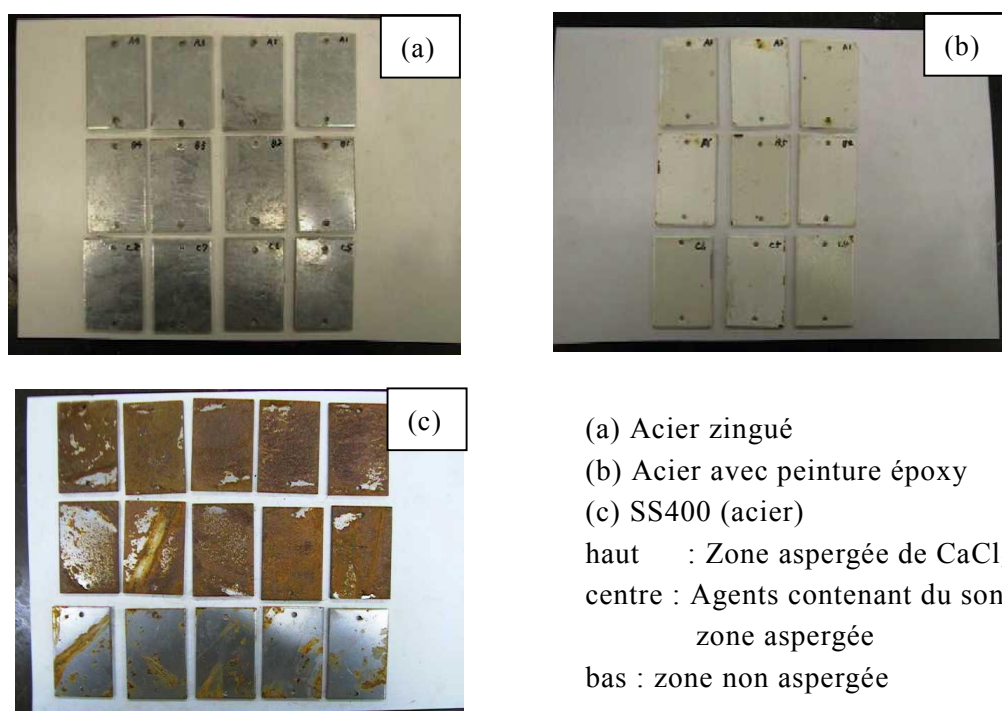


Photo 3. Etat de corrosion des éprouvettes

Aucune corrosion des éprouvettes zinguées n'a été constatée non plus lors de l'étude d'aspersion dans la préfecture de Toyama. Quant aux éprouvettes avec peinture époxy, de la corrosion a été observée uniquement sur la partie fissurée. Dans le cas de l'acier SS400, la corrosion est passée de 3,3 MDD au bout de 18 jours à 16,2 MDD au bout de 53 jours dans la zone non aspergée d'agents (Fig. 4). Cette accélération pourrait être due au fait que cette zone est proche de la mer. La corrosion a connu une accélération similaire à celle de la zone aspergée de NaCl dans la seconde moitié de l'étude, et le MDD a été de 42,9 au bout de 53 jours. Le degré de corrosion de la zone aspergée de sel a été 2,6 fois celui de la zone non aspergée. Par ailleurs, le MDD de la zone aspergée d'agents contenant du son de riz a atteint 11,2 au bout de 18 jours et 24,4 au bout de 53 jours. Le taux d'anticorrosion des agents contenant du son de riz a été de 40 % environ.

Tableau 3 Résultat de l'étude concrète d'aspersion de la route

Condition	Période Quantité aspergée Méthode d'aspersion Circulation	Préfecture de Gifu		Préfecture de Toyama	
		Du 13 janvier au 9 février 2001 2 à 3 t/jour (total 57 t) Véhicule d'épandage (4 t) 200-300 véhicules/heure	Du 6 février au 4 avril 2001 1 à 2 t/jour (total 36 t) Véhicule d'épandage (2 t) 800 à 1000 véhicules/heure		
MDD (SS400)		Au bout de 13 jours 28 jours		Au bout de 18 jours 53 jours	
	Agents avec son de riz	34	25	11	24
	CaCl ₂ ou NaCl	52	40	14	43
	non aspergés	1.2	1.7	3.3	16
	Taux d'anticorrosion (%)	35	39	21	44
Plaquage Zn		pas de corrosion		pas de corrosion	
Peinture époxy		Corrosion jusqu'à une fissure		Corrosion jusqu'à une fissure	

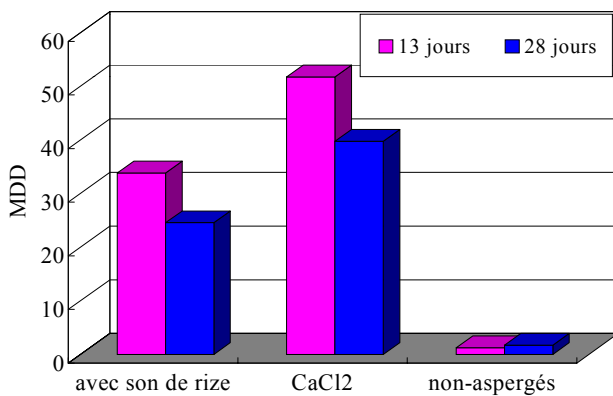


Fig. 3 Résultat de l'étude concrète de l'aspersion des routes (Préfecture de Gife)

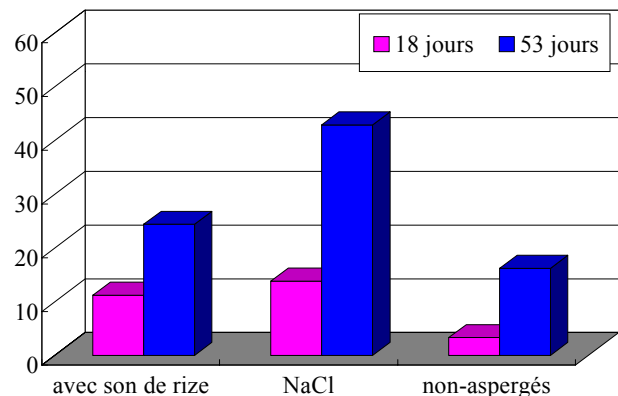
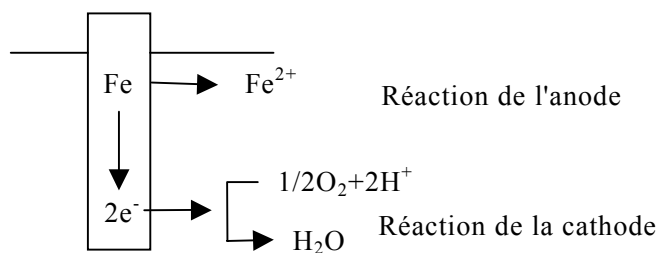


Fig. 4 Résultat de l'étude concrète de l'aspersion des routes (Préfecture de Toyama)

3-3 Considérations

En règle générale, la corrosion du métal est déclenchée par deux réactions indiquées sur la figure 5. Dans tous les cas, de l'oxygène est nécessaire à la réaction de corrosion. La différence des rapports d'anticorrosion entre l'étude en laboratoire et l'étude concrète d'aspersion des routes est considérée comme étant due à l'influence de



Oxygène dissous de l'eau : 5-6 mg/litre

Fig. 5 Modèle de corrosion du métal

l'oxygène. Autrement dit, dans l'essai en laboratoire exécuté avec la solution aqueuse, le passage de l'oxygène vers la surface du métal est devenu une étape déterminant le taux de corrosion. La réaction de corrosion est donc inhibée. Dans l'étude concrète d'aspersion des routes, en revanche, comme l'air contient toujours beaucoup d'oxygène, on peut dire que cela favorise la réaction de corrosion. De plus, il est vraisemblable que l'étude concrète d'aspersion des routes a été influencée par la circulation, les conditions météorologiques, etc.

4 Effet de dégel des agents mixtes $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ / NaCl

4-1 Principe des expériences

La capacité de dégivrage du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, du NaCl et des mélanges 1:1 a été clarifiée et la possibilité de diminuer la quantité d'agents aspergés a été examinée.

4-1-1 Etude de dégivrage en intérieur

200 g d'eau ont été placés dans une enveloppe en plastique d'un diamètre de 110 mm puis gelés (-10°C). Ensuite, la température étant maintenue à -10°C de manière constante, des échantillons de 10 g d'agent ont été aspergés uniformément et le poids de liquide (d'eau) obtenu dans le temps fixé a été mesuré.

4-1-2 Mesure de la résistance de frottement de la surface de la route

Chaque agent a été aspergé sur la surface de la route (20 g/m^2 , $3 \times 30 \text{ m}$) et la résistance de la surface de la route a été mesurée à intervalles déterminés. La résistance de la surface de la route a été mesurée à partir de la décélération, le conducteur appuyant à fond sur le frein d'une automobile roulant à 20 km/h .

4-1-3 Mesure de la température de la surface de la route

Après aspersion de chaque agent sur la surface de la route (100 g/m^2), la baisse de température de la surface de la route a été relevée sur l'enregistreur graphique (type 2000 d'AVIO), et la durabilité des agents a été étudiée.

4-2 Résultat des expériences

4-2-1 Résultat de l'étude de dégivrage en intérieur

Un changement de durée de la quantité de glace fondue après aspersion de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, de NaCl et de mélanges 1:1 est indiqué sur la figure 6. La réaction exothermique du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ a été très importante au début de la fonte de la quantité de glace. Ce fut excellent pour l'effet instantané. De plus, bien que le NaCl n'ait pas eu pas d'effet instantané, la quantité de glace fondue a augmenté de manière linéaire dans le temps. Le NaCl fut excellent pour l'effet durable. Les agents constitués d'un mélange de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et de NaCl ont révélé une capacité moyenne à faire fondre le verglas et il s'est avéré que leur effet instantané (au bout de 10 minutes) surpasse d'un facteur deux environ celui du NaCl , et leur effet durable (au bout de 180 minutes) surpasse d'environ 1,2 fois celui du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

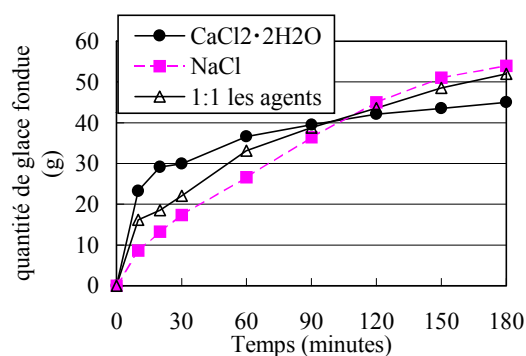


Fig. 6 Résultat de l'étude de dégivrage en intérieur

4-2-2 Résultat de la mesure de la résistance de frottement de la surface de la route

Un changement de durée de la résistance de la route après que du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, du NaCl et du mélange 1:1 aient été répandus est indiqué à la Figure 7.

Lorsque la valeur μ d'un axe vertical est supérieure à 0,45, on atteint la plage dans laquelle le système ABS d'une automobile ne fonctionne plus et il apparaît que la résistance de frottement de la surface de la route augmente. Après que la route eut été aspergée de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, sa résistance de frottement a atteint la plage dans laquelle l'ABS ne fonctionne plus, et cela pendant 30 minutes environ. Le NaCl a eu besoin de 90 minutes (soit 3 fois plus) pour atteindre un niveau équivalent à celui du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Comme les agents mixtes 1:1 ont permis d'atteindre un point μ de 0,45 en 50 minutes, on peut considérer que l'effet est immédiat.

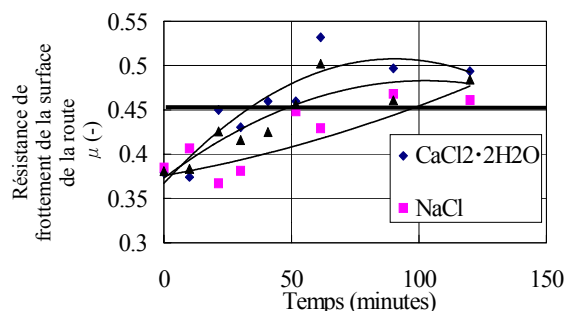


Fig.7 Résultat de la mesure de la résistance de frottement de la surface de la route

4-2-3 Résultat de la mesure de température de la surface de la route

Un changement de durée de la température de la surface de la route après que du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, du NaCl et du mélange 1:1 aient été répandus est indiqué à la Figure 8(a) à (c). Le segment noir de la figure indique que la température de la surface de la route a chuté. Autrement dit, l'effet de dégel a eu lieu. Quant au $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et aux agents mixtes, la température de la surface de la route a chuté immédiatement après l'aspersion. Deux heures après l'aspersion de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, la température de la surface de la route était égale à celle de la périphérie (zone non aspergée). En revanche, la chute de la température de la surface de la route après aspersion d'agents mixtes et de NaCl est restée constante. Ce résultat suggère que, pour les agents mixtes et le NaCl , l'effet de dégel est maintenu après 120 minutes également.

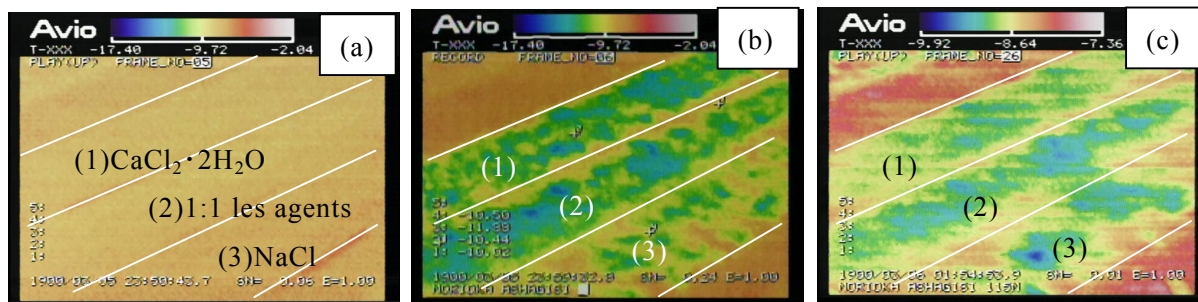


Fig.8 Résultat de la mesure de température de la surface de la route
(a) avant aspersion d'agents (b) 5 min plus tard (c) 120 min plus tard

4-3 Considérations

Concernant l'effet instantané, compte tenu des résultats de l'examen de la glace fondante et de la mesure de la résistance de frottement de la surface de la chaussée, les agents mixtes se sont révélés 2 à 3 fois supérieurs au NaCl . Si l'on utilise des agents mixtes lorsqu'un effet immédiat est exigé dans la zone d'aspersion du NaCl , on peut diminuer de moitié la quantité d'agents répandue. A partir du résultat de la température de surface de la chaussée, l'effet de fonte de la glace des agents mixtes s'est maintenu au-delà de 2 heures également. Par conséquent, lorsque l'effet durable est exigé dans la zone d'aspersion de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, on peut considérer qu'il est possible de réduire la quantité répandue ou les durées d'aspersion. A partir

d'un tel résultat, on peut considérer que l'utilisation d'agents mixtes est la meilleure méthode pour permettre la diminution de la quantité aspergée.

5 Conclusion

A partir du résultat des études de laboratoire et des essais concrets d'aspersion de route, on a constaté qu'il est efficace d'ajouter 5 % en masse de son de riz afin de supprimer la corrosion métallique. Dans l'essai en laboratoire, on a obtenu une efficacité de 80 % environ concernant l'anticorrosion. Par ailleurs, dans l'étude concrète d'aspersion de la chaussée, l'efficacité concernant l'anticorrosion a été de 40 %. Cette différence est imputable à l'influence de l'oxygène dissous (période 3-2-3) De plus, on a considéré que des facteurs aléatoires, tels que la situation d'enneigement, la méthode d'aspersion utilisée et la circulation, ont également un impact sur l'efficacité.

La capacité de dégel et de fonte de la glace du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, du NaCl et des agents mixtes 1:1 a été étudiée en mesurant la fonte de la glace en intérieur, la résistance de frottement de la surface de la route et la température de la surface de la route. Partant de là, il est apparu que l'équilibre entre l'effet instantané (environ 2 à 3 fois celui du NaCl) et l'effet durable (environ 1,2 fois celui du $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) pour faire fondre la glace s'est amélioré. Et la quantité totale de glace fondue augmente d'environ 15 % si l'on utilise des mélanges de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et de NaCl et non chacun des chlorures indépendamment. On considère donc que l'utilisation d'agents mixtes peut réduire la quantité d'agents répandus.

6 Mesure future

- Dans le but d'améliorer l'efficacité de l'anticorrosion sur la route en situation réelle, la méthode mixte (amélioration du pouvoir dispersant et de la solubilité) du son de riz sera examinée.
- Des mélanges simples de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et de NaCl ont été utilisés comme agents dans le présent rapport. Notre objectif étant d'améliorer encore l'effet instantané et l'effet durable, nous allons préparer un agent granulaire qui aura du NaCl comme noyau et du CaCl_2 comme couche extérieure puis l'efficacité de cet agent granulaire sera étudiée.

7 Référence

- 1) H.To, K.Kagiwada, "Development of Anti Corrosion Reagent for Road Salt", Proceedings of '99 Cold Region Technology Conference, Vol15, pp440-444(1999)
- 2) M.Haruki, "Effects of Deicing Materials on Ever Green Plants in north Japan", Proceedings of '00 Cold Region Technology Conference, Vol16, pp601-605(2000)
- 3) JP 2000-34472
- 4) K.Sasaki, N.Yoshida, T.Suzuki, "Introducing Effect of Winter Road Management System", Proceedings of '00 Cold Region Technology Conference, Vol16, pp627-631(2000)
- 5) JP 2000-211133(Now patent pending)
JP 2000-207822(Now patent pending)